

6/6

⑩ 日本国特許庁 (JP)  
⑫ 公表特許公報 (A)

⑪ 特許出願公表

昭59—501033

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 01 L 27/14  
31/10

識別記号

庁内整理番号  
6819—5F  
7021—5F

⑭ 公表 昭和59年(1984)6月7日

部門(区分) 7(2)

審査請求 未請求  
予備審査請求 未請求

(全 8 頁)

⑮ 阻止された不純物帯を有する背面照射型の赤外線検出器

⑯ 特 願 昭58—502263  
⑰ 出 願 昭58(1983)5月31日  
⑱ 翻訳文提出日 昭59(1984)2月6日  
⑲ 国際出願 PCT/US83/00853  
⑳ 国際公開番号 WO 83/04456  
㉑ 国際公開日 昭58(1983)12月22日  
㉒ 優先権主張 ㉓ 1982年6月7日 ㉔ 米国(US)  
㉕ 385979  
㉖ 発 明 者 ガアレマ・ステファン・デー  
アメリカ合衆国カリフォルニア州92008

⑯ 出 願 人 カールスバッド・チエスナット・アベニ  
ユー2726  
ヒューズ・エアクラフト・カンパニー  
アメリカ合衆国カリフォルニア州90245  
エル・セグンド・ビー・オー・ボックス  
1042ビルディング・シー2エム・エス・  
エー126  
㉗ 代 理 人 弁理士 鈴江武彦 外2名  
㉘ 指 定 国 A T(広域特許), B E(広域特許), C H  
(広域特許), D E(広域特許), F R(広域  
特許), G B(広域特許), J P, L U(広域  
特許), N L(広域特許), S E(広域特許)

23

請 求 の 範 囲

1. 前面及び背面を有し所定の周波数レンズの放射線に対して透明な蓋板と、前記蓋板の前面に隣接した背面コンタクトと、前記背面コンタクトを覆う前面コンタクトと、前記前背面コンタクト間に介在された検出層と、前記前背面コンタクト間に介在された阻止層とからなり、背面照射モードで動作可能のように蓋板の背面に入射した前記放射線が蓋板を通過して前記検出層に導びかれる放射線検出器。
2. 前記阻止層は前記前背面コンタクトの一方に隣接し、前記検出層は他方のコンタクトに隣接している請求の範囲第1項に記載の放射線検出器。
3. 前記検出器が前背面照射される放射線に対して感度を有するように、前記検出器に入射した放射線は前面コンタクトを通過して検出層に導びかれる請求の範囲第2項に記載の放射線検出器。
4. 前記検出層、前記背面コンタクト及び前記前面コンタクトは第1導電形の半導体物質からなり、前記検出層はその層を通る入射線が略全て吸収されるような不純物濃度を有し、前記前背面コンタクトは前記検出層に比較して高い導電性を有するような不純物濃度を有する請求の範囲第2項又は第3項に記載の放射線検出器。
5. 前記検出層は通過する所定の周波数レンズの放

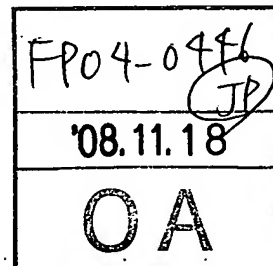
24

射線の略全てを吸収するような不純物濃度を有し、ガンマ線に略感度を有しないように十分薄い厚みを有する請求の範囲第4項に記載の放射線検出器。

6. 前記阻止層はその不純物帯を荷電キャリアが流れるのを防止するよう十分に低濃度の不純物を有する第1導電形の半導体物質である請求の範囲第5項に記載の放射線検出器。

7. 前記阻止層はその不純物帯を荷電キャリアが流れるのを防止するよう十分に低濃度の不純物を有する第2導電形の半導体物質である請求の範囲第5項又は第6項に記載の放射線検出器。

8. 前記阻止層は前記前面コンタクトに隣接し、前記検出層は前記背面コンタクトに隣接している請求の範囲第7項に記載の放射線検出器。



明 細 書  
阻止された不純物帯を有する  
背面照射型の赤外線検出器

背景

本発明は放射線検出器に係り、特に長波長の赤外線放射(LWIR)の検出に適用可能で感度の向上した背面照射型の放射線検出器に関する。

一般に商品質の放射線検出器を設計構成する際には、所望範囲周波数の入射線に可能な限り高感度な検出器を製作することが望まれている。一般に感度を制限している原因は暗電流として知られている現象である。この現象は孤立にはあるが同時に放射線検出器に起る多数の異なるメカニズムによって生じる。しかしながら、このメカニズムは入射線の有無と無関係に検出器を通過して流れる電流に起因している。このように十分な放射線の照射がない場合に流れる電流によって暗電流が生じる。

検出感度は検出器を流れる暗電流の量に直接比例して低下する。暗電流があればその電流密度に比例してノイズが発生するので、その量により検出器の信号対雑音比(S/N比)が減少してしまう。従って完全ではないまでも暗電流のメカニズムを除去すれば放射線検出器の感度を顕著に向上せしめることができる。

例えば通常よく知られているように熱電荷キャリ

ヤリ増殖により暗電流が発生する。結果として、ガンマ線を十分に浴びる環境で動作する放射線検出器の場合には暗電流を発生するガンマ線が特に重要である。

大部分の通常の放射線検出器の場合にはこのガンマ線に対する感度は高められる。例えば、入射線を吸収するために大容量で低不純物濃度の放射線検出領域が用いられる。検出領域の不純物帯に印加されたバイアス電圧により通常の電流が流れるのを禁止するために低伝導率の検出領域は低不純物濃度となっている。検出領域が大容量であると、放射線吸収効率を維持するために必要な低不純物濃度が極め合わされる。しかしながら、この結果検出器のガンマ線感度が上昇する。検出領域が大容量となれば、ガンマ線が吸収される確率が増す。結果的に従来の大部分の放射線検出器はある量のガンマ線が存在すると誤動作を起してしまう。

上述したように、暗電流の発生するメカニズムは種々存在する。このメカニズムはかなり知られていて、その動作を禁止する方法も解明されている。一方、不純物帯の伝導メカニズムはそれ程理解されていない。

高感度の放射線検出器を設計製作するに際しては、その検出器が広範囲に適用できることが望ましい。すなわち所定の単一放射線の放長検出が可能で、複数の放射線像を高分解能で得ることが可能であることである。このように放射線検出器は別々の装置として適用

が可能であると同時に高密度な焦点面アレイ(FPA)として使用可能でなければならない。更に、FPAの使用に関してはハイブリッドな薄膜回路やモノリシックな電荷結合素子(CCD)を含む広範囲な読出し機構と互換性を有していなければならない。FPAと一緒にハイブリッド読出し機構を使用するには一般に検出器が逆照射あるいは背面照射モードで動作可能である必要がある。

熱での発生メカニズムによる暗電流を防止する方法は周知である。そのメカニズムが動作するには熱エネルギーが必要であるので、放射線検出器の温度を絶対零度付近に低下せしめれば上記メカニズムを凍結せしめることができる。従って、放射線吸収での電離による伝導帯中の不純物帯電子の比率が増し、結果として入射線に対する検出器感度が増大する。

他の暗電流メカニズムとしてキャリア発生を生ずるガンマ放射が知られている。通常の検出器は所望の周波数検出領域以外の周波数を有する入射線にできる限り感度が低くなるように設計構成されている。しかしながら、所定の周波数の入射線はある比率で実際の放射線検出器に吸収される。ガンマ線吸収によって発生される高エネルギーの荷電キャリアによって、更に荷電キャリアが電子衝突により発生する。この荷電キ

アリ増殖により暗電流が発生する。結果として、ガンマ線を十分に浴びる環境で動作する放射線検出器の場合には暗電流を発生するガンマ線が特に重要である。

発明の概要

従って本発明は所望の周波数の入射線に対して感度がよく、広範囲の応用に容易に適用できる放射線検出器を提供することを目的とする。

上記目的は所定の周波数範囲の放射線に対して略透明である基板の表面に近接した背面検出コンタクトと、前記背面検出コンタクト上に設けられる検出層及び不純物帯伝導阻止層と、前記検出層及び不純物帯伝導阻止層上に設けられる前面検出コンタクトとを設けることにより達成される。前記前面検出コンタクトは更に検出層の放射線検出領域を介して背面検出コンタクトと電気的に接続される。上記構成によれば放射線吸収電離による荷電キャリアの発生を検出できる。

従って、本発明によれば、放射線検出器に流れる暗電流を十分に減少せしめることにより所望の周波数範囲内の入射線に対する感度を顕著に向上せしめる利

点がある。従来の検出器に比較して小容積の検出領域を用いてガンマ線に対する感度を低下せしめることにより検出器感度は顕著となる。阻止層を用いて検出領域の不純物帯伝導を十分に禁止することによって、所望の周波数範囲内の放射線感度は向上する。チャップ状のあるいはパルス状の入射線を用いて検出器の応答時間を減少せしめて動作周波数帯幅を拡張することによって上記検出感度を顕著に向上せしめてもよい。

本発明の別の利点は、背面照射及び前面照射のどちらのモードでも入射線を受けることができることである。

本発明の更に別の利点は、従来よく知られた製造ステップのみを用いて検出器を製造できることである。

更に本発明は複数の検出器が分離されることなく一個の装置として共通の基板上に形成され、従ってモノリシック基板上に放射線検出器を焦点面アレイとして形成できるという利点をも有する。

また極めて集積化された放射線検出用の焦点面アレイを容易に製作できることも本発明の利点である。本発明の検出器の構造によれば、別の製造工程あるいは電気的な分離構造を導入することなく前面検出コンタクトを互いに電気的に分離できる。更に各検出器の背面検出コンタクトに電気接続するために単一のメタルコンタクトが多数の放射線検出器に対して共通に用

いられる。従って放射線検出器の前面を最大限に使用できる。同様に、背面照射モードで検出器を使用するので前面に放射線に透明な窓を設ける必要がなくなり放射線検出器の前面を有効に使用できる。

更に、焦点面アレイで用いられるモノリシック・CCDあるいはハイブリッド脱出し構造のどちらかを利用する放射線検出アレイを容易に使用できることも本発明の利点である。

#### 図面の簡単な説明

本発明の他の利点は添付図面とともに以下の詳細な説明を参照することにより明確に理解されるだろう。図面においては同一参照符号は図面を通して同一の部分を示している。

第1図は本発明の好ましい実施例による背面照射型の放射線検出器の断面図である。

第2図は本発明の他の実施例による前背面照射型の放射線検出器の断面図である。

第3図は本発明の他の実施例による別の背面コンタクト接続を用いた背面照射型の放射線検出器の断面図である。

第4図は第1図のタイプの放射線検出器を用いハイブリッド脱出し構造で使用可能なモノリシック基板の放射線検出器の焦点面アレイの部分上面図である。  
発明の詳細な説明

本発明による放射線検出器は広範囲の応用に適している。本発明を記載しその動作を理解するために、本発明が基本的に目指している動作モードにおける使用に対して構成された放射線検出器が以下に述べられる。本発明の種々の変形例は後述される。この実施例の記載は本発明を狭くし、更に本発明の範囲を決める請求の範囲の基礎を与える。

第1図には参照番号10で示される背面照射型の放射線検出器の断面図が示されている。放射線検出器10は背面照射モードで動作し、更に長波長の赤外(LWIR)線に特に感度を有している。一般にLWIR線は約14~30μmの波長域に対応する周波数を有する。従って砒素(As)はLWIR線の波長エネルギーに対応する励起エネルギーを有するので検出器の主な不純物として用いられる。

放射線検出器10は検出層18、阻止層20、基板12上に形成される前面及び背面の検出コンタクト22、16とからなる。前面及び背面金属コンタクト16、22を設けて検出器10に電気的接触がなされる。酸化層24により金属コンタクト26、28と検出器10との間の電気的絶縁がなされる。バイアスリセット/センスアクセス回路70が検出器10に関して設けられる。矢印48で示されるLWIR線は検出器10の背面に入射し、基板12及び背面検出コンタク

ト16を通過して検出層18の放射線検出領域19に至る。そこでLWIR線の存否が検出される。従って本発明は少なくとも背面照射モードで有効に動作できるようにしている。

更に詳しく構成要素を説明すれば、LWIR線に十分に透明な基板12上に放射線検出器10が設けられる。好ましくは、基板12は約500μmの厚みを有するボロンがドーパされたシリコンである。ボロンはあるLWIR線を吸収するが、不純物濃度を約 $1 \times 10^{14}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下に維持することによって基板12を略透明に保つことができる。基板の結晶格子構造の方位は基板12の表面上に形成されたエピタキシャル層が通常の異方性エッチングされるように選ばれる。好ましくは基板12は標準的な<100>のミラー結晶格子方位に定められる。

背面検出コンタクト16は基板12の前面に形成される。背面コンタクト16は次の2つの要素を考慮して定めなければならない。第1に高い導電性を有し放射線検出器10の背面コンタクトとして機能するように、検出コンタクト16は高濃度にドーパされなければならない。第2にLWIR線をそれ程減少せしめずに透過せしめるように背面コンタクト16は極くかつ低濃度にドーパされていなければならない。従って背面コンタクト16は約0.2μmの厚みを有し約 $5 \times 10^{18}$  atoms/

$\text{cm}^3$  の不純物濃度を有するイオン注入(インプラ)層であることが好ましい。また阻層は放射線検出器10の不要な汚染を防止するためには好ましい不純物である。

背面コンタクト16に近接しかつ電氣的に接続された背面検出コンタクトグリッド14が基板12の前面に形成される。背面検出グリッド14は緩込み配線として働き、従って背面コンタクト16と同じかそれとも高い導電率を有している。しかしながら、コンタクトグリッド14はそのドーパ濃度あるいは厚みに制限を受けない。LWIR線を透過する必要はないからである。グリッド14は好ましくは約 $0.4\mu$ の厚みを有し、砒素濃度が約 $2 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ のイオン注入層である。しかし検出コンタクトグリッド14のドーパ濃度はその上にエピタキシャル層を形成するのを防げるような高濃度であってはならない。通常基板12の前面はアニールされその後検出コンタクト16と検出グリッド14が形成される。均一なエピタキシャル層の成長を防げる表面欠陥を除去するためである。検出グリッド14及びコンタクト16を覆うように基板12の前面に検出層18が形成される。背面検出コンタクト16を覆う検出層18の部分は略放射線検出器10の放射線検出領域19を形成する。検出領域19のドーパ濃度及び厚みは相互に依存的ではあるが最大

放射線吸収効率(代表的には約85%)を達成するように定められる。更に検出領域19の厚みはガンマ線の検出感度に直接比例することを考慮しなければならない。なぜならば厚みは薄いが高濃度にドーパされた検出領域19に比較して、厚い検出領域ではガンマ線が不純物電子を電離する統計的確率が増加するためである。特に検出器10の誤動作を生ぜしめるためガンマ線に感度があることは好ましくはない。このようなことを考慮して、検出層18は約 $7\mu$ の厚み(一般的には $5 \sim 10\mu$ の厚み)を有し $1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ の不純物濃度を有する砒素ドーパの薄いエピタキシャル層であることが好ましい。その場合の放射線吸収効率は約90%以上である。

阻止層20は好ましくは検出層18の前面にエピタキシャル層として形成される。従って阻止層20は前面検出コンタクト22と検出層18間に設けられる。本発明の他の観点から、不純物帯伝導として知られる暗電流メカニズムの動作を十分に防止するために放射線検出器10内に阻止層20が設けられる。手短かに言えば、このメカニズムには印加電場に応じて、結晶格子の不純物帯から負極に向かって不純物帯のホールが流れる現象も含まれている。この伝導は不純物帯内で起こるので、電流が流れるためには等しい数のホールが正極である検出コンタクト22から注入されねばな

らない。しかしながら阻止層20の不純物濃度が検出層18の濃度より十分低ければ、正電位コンタクトと検出層18間に阻止層20を介在せしめることによりホールの注入を十分防止することができる。このことにより不純物帯の伝導メカニズムの伝導路を封じ、暗電流を直接減少せしめることができる。従って阻止層20の不純物濃度は好ましくは $1 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ 以下である。阻層は異種の不純物で検出層18が不要に汚染されるのを簡単に防止できる好ましい不純物である。阻止層20の厚みは前面検出コンタクトと検出層18間の直接的な電気接触を防止するのに十分であればよい。阻止層の厚みは好ましくは $3\mu$ である。

前面検出コンタクト22は阻止層20の前面に近接した薄い高伝導層として形成される。従って前面検出コンタクト22は約 $1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ の不純物濃度を有するように低エネルギーのイオン注入法で形成するのが好ましい。また検出層18の汚染の可能性を減少せしめるためには阻層が好ましい不純物である。

約 $1000\text{\AA}$ の厚みを有する酸化層24が阻止層20の全面に形成される。この酸化層24を設けるとことによって放射線検出器の前面及び背面のメタルコンタクト26, 28を各々形成するのに必要な選択的プロセスが可能となる。これにより特定位置に定められた窓を背面検出コンタクトグリッド14上に開孔せしめ

ることができる。窓は前面検出コンタクト22上にも開孔される。前面コンタクト22は直に露出されるので別のエッチングは不要である。電氣的に分離した前面及び背面のメタルコンタクト26, 28は放射線検出器10の前面からスパッタにより堆積でき、前面検出コンタクト22及び背面検出コンタクト14と電氣的に接触される。放射線検出器10の製造を更に簡略化するために、酸化層24は前面検出コンタクト22をイオン注入法で形成するときマスクとして使用されてもよい。すなわち酸化層24が形成され、その後阻止層20及び背面検出グリッド14の一部はイオン注入法によって前面検出コンタクト22の形成前に露出される。酸化層24が存在するので検出層18及び阻止層20の露出面にのみイオン注入層が形成される。こうして前面コンタクト22に加えてV字溝コンタクト層30が形成される。V字溝コンタクト層30は、放射線検出器10に必ずしも設ける必要はなく必要に応じて設ければよい。また放射線検出領域19から検出層18の厚みの数倍の距離(代表的には倍)程離れて前記V字溝コンタクト層30を配位すれば略不機能とできる。

放射線検出器10を動作せしめるには、背面検出コンタクト16に対して前面検出コンタクトを正電位として検出器10に電場を印加する。これはバイアス

リセット/センスアクセス回路70によって達成される。この回路70は各放射線検出器10に設けられる読出し回路の典型部である。バイアスリセット/センスアクセス回路は種々の設計が可能であるが、本質的には同じ動作をする。簡単に本発明の実施例に用いられているバイアスリセット/センスアクセス回路を説明する。

バイアスリセット/センスアクセス回路70は背面メタルコンタクト28を接地電位に接続する共通リード32と、前面メタルコンタクト26とバイアス容量36間を相互接続する出力リード34と、バイアスリセットFET38と、検出センスアクセスFET42とを有する。バイアスリセットFET38を伝導可能とする検出バイアスリセット信号 $V_{RS}$ が印加されると放射線検出器10に電圧が供給される。すると抵抗40によって表わされている小さな固有インピーダンスによって制限された電流がバイアス入力線46上の基準電位 $V_T$ から流れ、バイアス容量36を所望の放射線検出器のバイアス電位に充電する。このバイアス電位は検出層18の全放射線検出領域に空乏層を形成するのに十分でなければならない。本発明の実施例では200 mVから300 mVのバイアス電位が必要であった。印加可能な最大のバイアス電位は検出器10の検出層18の厚みによって制限を受ける。もしもバイアス電位によ

って誘起される空乏層が前面検出コンタクト22から背面検出コンタクト16に広がれば、検出器10にパナスルー降伏が生じるので最大バイアス電位は制限される。従って空乏層18は検出層18の放射線検出領域19の略厚み分だけ広がればよい。全くその厚み分だけ広がるのは好ましくない。

バイアス容量36がバイアス電位に充電されるとバイアスリセット信号 $V_{RS}$ は除去され、放射線検出器10に現われる電位差は検出器10に入射するLWIR線48の量に比例して変化する。即ちLWIR線48は基板12と背面検出コンタクト16を通過して検出層18の放射線検出領域に送られる。放射線48は元素不純物原子に吸収され、電子は結晶格子の伝導帯に電離される。放射線検出領域19の空乏層に生成した不純物帯のホールは印加電場によって負電位の背面コンタクト16の方向に送られる。その電流によりバイアス容量36の電位は低下する。上記電位低下は放射線検出器10に入射したLWIR線48の強度に依存して発生された不純物帯のホール数に比例する。容量36の電位低下はセンス電位出力FET42によってセンス出力線44上に緩和されて伝えられる。FET42はソースフォロワとして接続されることによりバッファとして機能する。即ちFET42のゲートは検出器出力線34に接続され、ドレインはバイアス基準電位 $V_T$ 以上の正電

位 $V_{DD}$ に接続される。従ってセンス出力線44、即ちFET42のソースの電位はFET42のゲートの電位に略近似している。従ってセンス出力線44上の電位は放射線検出器10の電位を検知するのに使用できる。

第2図を参照して参照符号50で示される前背面照射型の放射線検出器を説明する。放射線検出器50は第1図の検出器10とは少々異なるが、その相異は本質的である本発明の別の実施例である。放射線検出器50の前面より検出層18の放射線検出領域に放射線を透過せしめるために、前面の検出/メタルコンタクト構造が用いられている。特に前面検出コンタクト57が阻止層20の前面に近接して薄い高伝導層として形成されている。前面検出コンタクト57は前面に入射するLWIR線56に略透明でなければならない。従って前面検出コンタクト57の不純物濃度及び厚みは背面検出コンタクト16のそれに略類似している。前面検出コンタクトグリッド58は前面検出コンタクト57に近接しかつ接続された阻止層20の前面に形成される。背面検出グリッド14と同様に前面検出グリッド58は前面検出コンタクト57及び前面メタルコンタクト52間の導電接続線として機能する。従って、前面検出グリッド58の不純物濃度及び厚みは背面検出グリッド14と略同一である。前面メタルコンタクト52は放射線検出器50とバイアスリセット/セン

スアクセス回路70間の電気的伝導路を形成するため設けられる。しかしながら、前面メタルコンタクト52は前面検出グリッド58とのみ略重なり合うように形成され、前面検出コンタクト57の前面は露出される。結果的に前面検出窓54により検出器50の前面に入射した放射線56は前面検出コンタクト57及び阻止層20を通過して検出層18の放射線検出領域19に導かれる。従って前面照射型あるいは背面照射型モードあるいは両照射型モードで動作できるように、本発明の他の面を表わしている。

放射線検出器50が満足な放射線吸収効率を維持するためには、検出層18の不純物濃度あるいは厚みないしはその両方を増加させねばならないのは明らかである。第1図の放射線検出器10においては、前面メタルコンタクト26は吸収されずに検出層18の放射線検出領域を最初に通過した放射線48に対して反射体として機能する。この放射線48は反射されて検出層18に戻り、そこで再び吸収される第2の機会が与えられる。従って第1図の放射線検出器10は必然的に高い放射線吸収効率を示す。しかしながら第2図の放射線検出器50では前面メタルコンタクト52は放射線反射体としては十分に機能することができない。従って放射線検出器50は検出層18の放射線検出領域を通過するとき背面から入射した放射線48あるい

は前面から入射した放射線56を吸収する単一の機会しか与えられない。従ってバイアス電圧36にかかるバイアス電圧値は検出層18の厚みの変化を反映しなければならぬ。

第3図は背面照射型の放射線検出器60の断面図である。検出器60は簡略化された背面メタルコンタクト構造を有している。この変形された放射線検出器60は第1図の放射線検出器10と略同一である。しかしながら、検出器60の製造を簡略化するために背面メタルコンタクト構造が変形されている。特にV字溝のエッチングを完全に除くことによって製造プロセスが簡略化されている。代りに背面検出コンタクトグリッド14上の酸化層24が開孔されて窓が設けられている。阻止層20の露出表面には高伝導の背面コンタクト層66が形成されている。コンタクト層66の不純物濃度及び厚みは前面検出コンタクト22と略同一である。更に検出器60の製造を簡略化するために背面コンタクト層66は前面検出コンタクト22と同時に形成され、その後背面メタルコンタクト64を前面メタルコンタクト26と同時に形成してもよい。

グリッド14の電位をコンタクト層16の電位より高めることにより背面検出コンタクトグリッド14と背面コンタクト層66間が導通する。コンタクト層66の近傍の検出層18と阻止層20の接合部に形成

される遷移領域は十分に狭くなり電流が流れるようになる。前面検出コンタクト22と背面コンタクト層66間の距離は、その間に好まざる電流が流れるのを防止するために阻止層20の厚みよりも厚く(代表的には 倍厚く)形成されねばならない。

第4図にはモノリシック基板の結晶面アレイ(FPA)の一部が示されている。FPAにはマトリックス状に配置された多数の放射線検出器10が取付けられる。上述した本願の実施例はどれもFPAに用いることができるが、簡略化のために本発明の第1図の背面照射型の放射線検出器の実施例を用いて第4図のFPAを説明する。放射線検出器10には共通の背面検出コンタクトグリッド14が用いられ、検出アレイを結ぶ多数の背面メタルコンタクト28に共通に電気接続される。特に、第4図は放射線検出アレイの3コラム22, 24, 26及び背面メタルコンタクト28の周辺コラム90を示している。検出器の放射線検出領域18を分離しているサイズ及び距離を含めてアレイの寸法は前述した以外に重大ではない。しかしながら、全ての場合検出器10の前面検出コンタクト22間には阻止層20が前面検出コンタクト22間を電気的に絶縁するのに十分な程離れていなければならない。通常10 $\mu$ m離れていれば十分である。今の場合、FPAの前面に検出出力リード34と共通リード32を有する既出し構

造を形成できるように離れていなければならない。通常各前面メタルコンタクト26に接続されるリセット/センスアタメス回路70には既出し構造が含まれている。結果的に得られるハイブリッド構造は背面照射モードで動作される放射線検出器10が高密度に配置された高集積化されたユニットとなる。

特殊な応用に対して放射線検出器10を最適化させるために種々の変形例が可能である。以後放射線検出器10には検出器60, 60も含まれるとする。通常検出層18に用いられる不純物は様々に選択できる。例えば検出器10の応答可能な周波数レンジを3~5 $\mu$ mの赤外領域とするためにインジウムやガリウムが不純物として使用可能である。ガリウムは8~14 $\mu$ mの赤外領域にも用いることが可能である。種々の周波数を有する電磁波に放射線検出器10が応答できるようにするために更に他の不純物を用いることも可能である。従って本発明の実施例は、LWIR線の検出に焦点を合わせてなされたが、本発明は赤外線検出器に限らず一般に放射線の検出器にも適用できる。

従ってP形の放射線検出器を得るために検出層18及び阻止層20にP形不純物を用いることも可能である。N形の放射線検出器と同様にP形の不純物を用いた放射線検出器に対しても同様の動作原理が適用される。

放射線検出器10の更に重要な変形例として検出層18に使用された不純物とは逆導電形の不純物を用いて阻止層20を形成したものがある。この変形例では必然的に検出層18の不純物汚染を受ける可能性が増すが、逆導電形の阻止層を用いるとチャップあるいはパルス状の入射線に対して検出反応時間が改良される利点がある。即ち入射線が無視できないアムプティサイクルでチャップされた場合に、入射線の強度に比例した出力を得るために検出器10に必要な時間が十分減少する。これはN形検出層18と共にP形阻止層20を用いることによってN形阻止層20に必然的に存在するトラップされた電子が減少することによると考えられる。同様にN形検出層18と共にN形阻止層20を用いることによって、P形阻止層20に必然的に存在するトラップされたホールを減少することによっても達成される。従って本発明は十分に高速な応答時間を有する放射線検出器10を提供する。

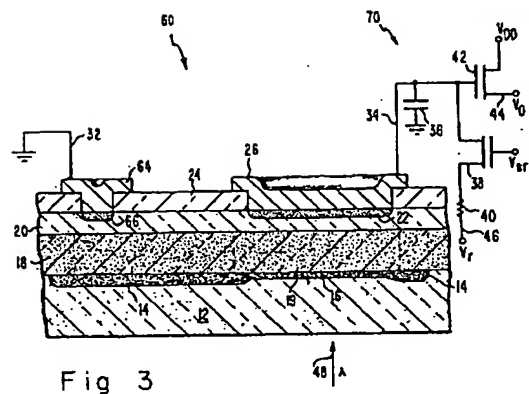
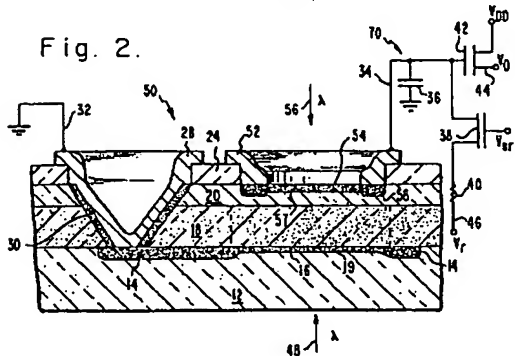
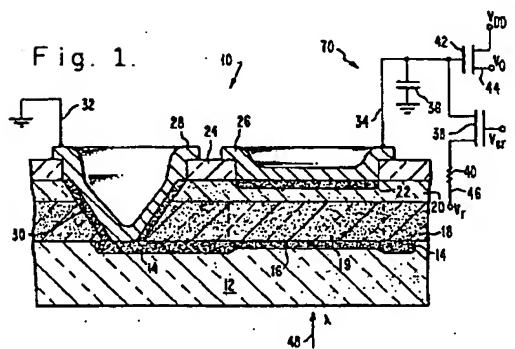
更に基板12に対して検出層18と阻止層20の順序を逆にした変形例も考えられる。この変形例によると放射線検出器10は背面メタルコンタクト28に印加された接地基準電位に対して負の基準電位から動作可能となる。しかしこの変形例では共通基板12上に形成された隣接する放射線検出器10の前面検出コンタクト22間の電気的絶縁性が損なわれてしまう。

阻止層20はかなり低不純物濃度を有しているので、その抵抗率はかなり高い。従って阻止層20に前面検出コンタクト22を形成すればその高抵抗率と隣接する放射線検出器10の前面検出コンタクト22間の距離とによって十分な電気的絶縁性が得られる。この変形例で示唆されたように検出層18に前面検出コンタクト22を形成すれば検出層18の低抵抗率のために電気的絶縁性が失われてしまう。

最後に、放射線検出器10の基板12は種々の異なる物質を用いて形成してもよい。この物質は本発明の実施例で用いられているようにN形あるいはP型不純物が添加された半導体結晶であってもよく、例えばガラスあるいはサファイアのような非半導体物質であってもよい。このような物質は所望の放射線周波数レンジにおいて基板の透明度を増すため、あるいは放射線検出器10の機械的強度を増すために用いることができる。

このように入射線に対して高感度であり、広範囲の応用に容易に適用可能な放射線検出器が開示された。明らかに上述した本発明の実施例を考慮して種々の変形が可能である。上述の変形例に加えて、検出器構造に不純物を拡散により導入する変形例あるいはメタル導体の代りに導電性を有するようにドーパされたポリシリコンを用いる変形例も含まれる。様々な実施例の

検出器を製造するために必要な製造工程は本来全て従来の工程であるが、本発明の本質を不明確にさせないために記載されていない。従って、請求の範囲の範囲内において本発明は特に記述された以外に適用可能であると理解されるべきである。



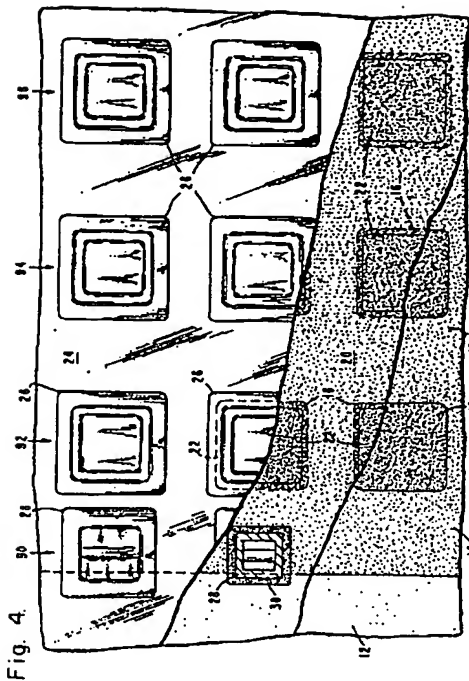


Fig. 4.

<b>I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> of Patent Classification Symbols (IPC) or of other National Classifications and IPC According to International Patent Classification (IPC) or to other National Classifications and IPC IPC <sup>3</sup> H 01 L 27/14; H 01 L 31/08																
<b>II. FIELDS SEARCHED</b> Minimum Documentation Searched Classification System IPC <sup>3</sup> H 01 L																
Documentation Searched other than Minimum Documentation in the Event that such Documentation are Included in the Fields Searched																
<b>III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Citation of Document, if with indication, where appropriate, of the relevant paragraph(s)</th> <th>Relevant to Claim No. 1*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>GB, A, 2014783 (MATSUSHITA) 30 August 1979 see figure 1; page 6, lines 40-53</td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>Applied Optics, vol. 16, no. 6, June 1977 (New York, US) N. Sclar et al.: "Silicon monolithic infrared detector array", pages 1525-1532 see pages 1526-1531</td> <td>1,4</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>International Electron Devices Meeting, Technical Digest, 4-6 December 1978 (Washington, US) M. Lanic et al.: "Backside-illuminated HgCdTe/CdTe mosaics", pages 421-423, see figure 1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US, A, 4197553 (R.M. FINNILA et al.) 8 April 1980 see figure 1; column 4, line 52 - column 6, line 28</td> <td>1,3,4</td> </tr> </tbody> </table>		Category	Citation of Document, if with indication, where appropriate, of the relevant paragraph(s)	Relevant to Claim No. 1*	A	GB, A, 2014783 (MATSUSHITA) 30 August 1979 see figure 1; page 6, lines 40-53	1,2	A	Applied Optics, vol. 16, no. 6, June 1977 (New York, US) N. Sclar et al.: "Silicon monolithic infrared detector array", pages 1525-1532 see pages 1526-1531	1,4	A	International Electron Devices Meeting, Technical Digest, 4-6 December 1978 (Washington, US) M. Lanic et al.: "Backside-illuminated HgCdTe/CdTe mosaics", pages 421-423, see figure 1	1	A	US, A, 4197553 (R.M. FINNILA et al.) 8 April 1980 see figure 1; column 4, line 52 - column 6, line 28	1,3,4
Category	Citation of Document, if with indication, where appropriate, of the relevant paragraph(s)	Relevant to Claim No. 1*														
A	GB, A, 2014783 (MATSUSHITA) 30 August 1979 see figure 1; page 6, lines 40-53	1,2														
A	Applied Optics, vol. 16, no. 6, June 1977 (New York, US) N. Sclar et al.: "Silicon monolithic infrared detector array", pages 1525-1532 see pages 1526-1531	1,4														
A	International Electron Devices Meeting, Technical Digest, 4-6 December 1978 (Washington, US) M. Lanic et al.: "Backside-illuminated HgCdTe/CdTe mosaics", pages 421-423, see figure 1	1														
A	US, A, 4197553 (R.M. FINNILA et al.) 8 April 1980 see figure 1; column 4, line 52 - column 6, line 28	1,3,4														
* Document categories of this document: "A" "B" "C" "D" "E" "F" "G" "H" "I" "J" "K" "L" "M" "N" "O" "P" "Q" "R" "S" "T" "U" "V" "W" "X" "Y" "Z" "AA" "AB" "AC" "AD" "AE" "AF" "AG" "AH" "AI" "AJ" "AK" "AL" "AM" "AN" "AO" "AP" "AQ" "AR" "AS" "AT" "AU" "AV" "AW" "AX" "AY" "AZ" "BA" "BB" "BC" "BD" "BE" "BF" "BG" "BH" "BI" "BJ" "BK" "BL" "BM" "BN" "BO" "BP" "BQ" "BR" "BS" "BT" "BU" "BV" "BW" "BX" "BY" "BZ" "CA" "CB" "CC" "CD" "CE" "CF" "CG" "CH" "CI" "CJ" "CK" "CL" "CM" "CN" "CO" "CP" "CQ" "CR" "CS" "CT" "CU" "CV" "CW" "CX" "CY" "CZ" "DA" "DB" "DC" "DD" "DE" "DF" "DG" "DH" "DI" "DJ" "DK" "DL" "DM" "DN" "DO" "DP" "DQ" "DR" "DS" "DT" "DU" "DV" "DW" "DX" "DY" "DZ" "EA" "EB" "EC" "ED" "EE" "EF" "EG" "EH" "EI" "EJ" "EK" "EL" "EM" "EN" "EO" "EP" "EQ" "ER" "ES" "ET" "EU" "EV" "EW" "EX" "EY" "EZ" "FA" "FB" "FC" "FD" "FE" "FF" "FG" "FH" "FI" "FJ" "FK" "FL" "FM" "FN" "FO" "FP" "FQ" "FR" "FS" "FT" "FU" "FV" "FW" "FX" "FY" "FZ" "GA" "GB" "GC" "GD" "GE" "GF" "GG" "GH" "GI" "GJ" "GK" "GL" "GM" "GN" "GO" "GP" "GQ" "GR" "GS" "GT" "GU" "GV" "GW" "GX" "GY" "GZ" "HA" "HB" "HC" "HD" "HE" "HF" "HG" "HH" "HI" "HJ" "HK" "HL" "HM" "HN" "HO" "HP" "HQ" "HR" "HS" "HT" "HU" "HV" "HW" "HX" "HY" "HZ" "IA" "IB" "IC" "ID" "IE" "IF" "IG" "IH" "II" "IJ" "IK" "IL" "IM" "IN" "IO" "IP" "IQ" "IR" "IS" "IT" "IU" "IV" "IW" "IX" "IY" "IZ" "JA" "JB" "JC" "JD" "JE" "JF" "JG" "JH" "JI" "JJ" "JK" "JL" "JM" "JN" "JO" "JP" "JQ" "JR" "JS" "JT" "JU" "JV" "JW" "JX" "JY" "JZ" "KA" "KB" "KC" "KD" "KE" "KF" "KG" "KH" "KI" "KJ" "KK" "KL" "KM" "KN" "KO" "KP" "KQ" "KR" "KS" "KT" "KU" "KV" "KW" "KX" "KY" "KZ" "LA" "LB" "LC" "LD" "LE" "LF" "LG" "LH" "LI" "LJ" "LK" "LM" "LN" "LO" "LP" "LQ" "LR" "LS" "LT" "LU" "LV" "LW" "LX" "LY" "LZ" "MA" "MB" "MC" "MD" "ME" "MF" "MG" "MH" "MI" "MJ" "MK" "ML" "MN" "MO" "MP" "MQ" "MR" "MS" "MT" "MU" "MV" "MW" "MX" "MY" "MZ" "NA" "NB" "NC" "ND" "NE" "NF" "NG" "NH" "NI" "NJ" "NK" "NL" "NM" "NO" "NP" "NQ" "NR" "NS" "NT" "NU" "NV" "NW" "NX" "NY" "NZ" "OA" "OB" "OC" "OD" "OE" "OF" "OG" "OH" "OI" "OJ" "OK" "OL" "OM" "ON" "OO" "OP" "OQ" "OR" "OS" "OT" "OU" "OV" "OW" "OX" "OY" "OZ" "PA" "PB" "PC" "PD" "PE" "PF" "PG" "PH" "PI" "PJ" "PK" "PL" "PM" "PN" "PO" "PP" "PQ" "PR" "PS" "PT" "PU" "PV" "PW" "PX" "PY" "PZ" "QA" "QB" "QC" "QD" "QE" "QF" "QG" "QH" "QI" "QJ" "QK" "QL" "QM" "QN" "QO" "QP" "QQ" "QR" "QS" "QT" "QU" "QV" "QW" "QX" "QY" "QZ" "RA" "RB" "RC" "RD" "RE" "RF" "RG" "RH" "RI" "RJ" "RK" "RL" "RM" "RN" "RO" "RP" "RQ" "RR" "RS" "RT" "RU" "RV" "RW" "RX" "RY" "RZ" "SA" "SB" "SC" "SD" "SE" "SF" "SG" "SH" "SI" "SJ" "SK" "SL" "SM" "SN" "SO" "SP" "SQ" "SR" "SS" "ST" "SU" "SV" "SW" "SX" "SY" "SZ" "TA" "TB" "TC" "TD" "TE" "TF" "TG" "TH" "TI" "TJ" "TK" "TL" "TM" "TN" "TO" "TP" "TQ" "TR" "TS" "TT" "TU" "TV" "TW" "TX" "TY" "TZ" "UA" "UB" "UC" "UD" "UE" "UF" "UG" "UH" "UI" "UJ" "UK" "UL" "UM" "UN" "UO" "UP" "UQ" "UR" "US" "UT" "UU" "UV" "UW" "UX" "UY" "UZ" "VA" "VB" "VC" "VD" "VE" "VF" "VG" "VH" "VI" "VJ" "VK" "VL" "VM" "VN" "VO" "VP" "VQ" "VR" "VS" "VT" "VU" "VV" "VW" "VX" "VY" "VZ" "WA" "WB" "WC" "WD" "WE" "WF" "WG" "WH" "WI" "WJ" "WK" "WL" "WM" "WN" "WO" "WP" "WQ" "WR" "WS" "WT" "WU" "WV" "WW" "WX" "WY" "WZ" "XA" "XB" "XC" "XD" "XE" "XF" "XG" "XH" "XI" "XJ" "XK" "XL" "XM" "XN" "XO" "XP" "XQ" "XR" "XS" "XT" "XU" "XV" "XW" "XX" "XY" "XZ" "YA" "YB" "YC" "YD" "YE" "YF" "YG" "YH" "YI" "YJ" "YK" "YL" "YM" "YN" "YO" "YP" "YQ" "YR" "YS" "YT" "YU" "YV" "YW" "YX" "YY" "YZ" "ZA" "ZB" "ZC" "ZD" "ZE" "ZF" "ZG" "ZH" "ZI" "ZJ" "ZK" "ZL" "ZM" "ZN" "ZO" "ZP" "ZQ" "ZR" "ZS" "ZT" "ZU" "ZV" "ZW" "ZX" "ZY" "ZZ"																
<b>IV. CERTIFICATION</b> Date of the Actual Completion of the International Search: 6 October 1983 Date of Mailing of the International Search Report: 26 Oct. 1983 International Searching Authority: EUROPEAN PATENT OFFICE Signature of Authorizing Officer: G.L.R. Krüger																

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (October 1982)

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON

INTERNATIONAL APPLICATION NO. PCT/US 83/00553 (5A 5419)

This Annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 19/10/83

The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB-A- 2014783	30/08/79	FR-A,B 2416554	31/08/79
		DE-A,C 2903651	02/08/79
		JP-A-A 54102992	13/08/79
		US-A- 4236829	02/12/80
		JP-A- 54103630	15/08/79
		JP-A- 55001151	07/01/80
		JP-A- 55001152	07/01/80
US-A- 4197553	08/04/80	None	

For more details about this annex:  
see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82